

HIGH CARBON STEEL WIRE ROD EXCELLENT IN WIRE DRAWABILITY, EXTRA FINE STEEL WIRE, AND THEIR PRODUCTION

Publication number: JP2000087186

Publication date: 2000-03-28

Inventor: TANAKA TETSUZO; NISHIMURA SHOJI

Applicant: SUMITOMO METAL IND

Classification:

- international: C22C38/00; C22C38/44; C22C38/00; C22C38/44;
(IPC1-7): C22C38/00; C22C38/44

- European:

Application number: JP19980259711 19980914

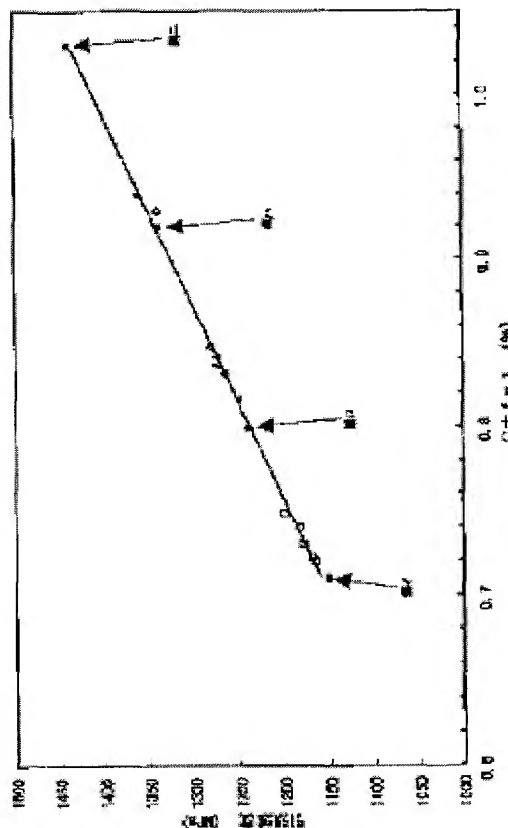
Priority number(s): JP19980259711 19980914

Report a data error here

Abstract of JP2000087186

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a wire rod excellent in wire drawability and to inexpensively provide an extra fine steel wire produced by using the wire rod as a material and suitably used for steel cord and sawing wire under high productivity in good yield.

SOLUTION: This high carbon steel wire rod has a composition which consists of, by weight, 0.70-0.95% C, 0.1-0.5% Si, 0.1-0.6% Mn, $\leq 0.01\%$ P, $\leq 0.01\%$ S, $\leq 0.004\%$ N, at least one kind among 0.01-0.08% Cu, 0.01-0.08% Ni, 0.01-0.10% Cr, and 0.01-0.05% Mo, and the balance Fe with impurities and in which the value of $(\text{Cu}/3) + (\text{Ni}/6) + (\text{Cr}/3) + (\text{Mo}/2)$ is regulated to 0.02 to 0.05%, where the symbol of element in the expression stands for the content of the element by weight percentage.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

【物件名】

刊行物 6

【添付書類】

11  168刊
行
物
6

(10) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-87186

(P2000-87186A)

(43) 公開日 平成12年3月28日 (2000.3.28)

(51) Int.Cl.	識別記号	FI	キーワード (参考)
C22C 38/00 38/44	301	C22C 38/00 38/44	301Y

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-259711
(22) 出願日 平成10年9月14日 (1998.9.14)

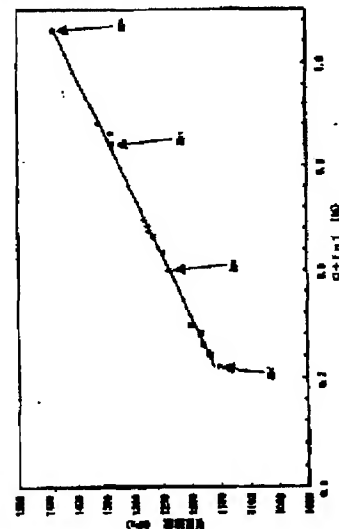
(71) 出願人 000002118
住友金属工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜4丁目6番33号
(72) 発明者 田中 哲三
福岡県北九州市小倉北区許安町1番地住友
金属工業株式会社小倉製鉄所内
(72) 発明者 西村 孝二
福岡県北九州市小倉北区許安町1番地住友
金属工業株式会社小倉製鉄所内
(74) 代理人 100108481
弁理士 森 道雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 伸線加工性に優れた高炭素鋼材、鋼線鋼棒及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 伸線加工性に優れた鋼材を得て、その鋼材を鋼材とするスチールコードやソーイングワイヤの用途に好適な鋼線鋼棒を高い生産性の下に歩留り良く廉価に提供する。

【解決手段】 重量%で、C: 0.70~0.95%、Si: 0.1~0.5%、Mn: 0.1~0.8%、P ≤ 0.01%、S ≤ 0.01%、N ≤ 0.004%を含むとともに、Cu: 0.01~0.08%、Ni: 0.01~0.08%、Cr: 0.01~0.10%、Mo: 0.01~0.05%のうちの少なくとも1種を含み、残部はFeと不純物で、式中の元素記号をその元素の重量%での含有量として (Cu/3) + (N1/8) + (Cr/3) + (Mo/2) の値が0.02~0.05%である高炭素鋼材。



(2)

特開2000-87186

【特許請求の範囲】

【請求項1】重量%で、C:0.70~0.95%、Si:0.1~0.5%、Mn:0.1~0.6%、P:0.01%以下、S:0.01%以下、N:0.004%以下を含むとともに、Cu:0.01~0.08%、Ni:0.01~0.08%、Cr:0.01~0.1

$$f_{n1} = (Cu/3) + (Ni/6) + (Cr/3) + (Mo/2) \cdots \textcircled{1}$$

なお、①式中の元素記号はその元素の重量%での含有量を表す。

【請求項2】請求項1に記載の化学組成を有し、直径が0.35mm以下で、引張強度が3000MPa以上、伸びが30%以上である極細鋼線。

【請求項3】請求項1に記載の鋼線材を冷間加工後に、最終熱処理、めっき処理及び圧延伸線することを特徴とする極細鋼線の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鋼線材、極細鋼線及びその製造方法に関する。より詳しくは、例えば、自動車のラジアルタイヤや、各種産業用ベルトやホースの補強材として用いられるスチールコード、更には、ソーイングワイヤなどの用途に好適な伸線加工性に優れた鋼線材と、前記の鋼線材を素材とする極細鋼線及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】自動車のラジアルタイヤや、各種のベルト、ホースの補強材として用いられるスチールコード用極細鋼線、あるいはソーイングワイヤ用の極細鋼線は、一般に、熱間圧延して得た直径が約5.5mmの鋼線材（以下、「鋼線材」と単に「線材」という）に、(1)1次伸線加工、バテンティング処理、2次伸線加工、最終バテンティング処理を行い、次いで、プラスめっきを施し、更に最終圧延伸線加工を施すか、(2)1次伸線加工、バテンティング処理を行い、次いで、プラスめっきを施し、更に最終圧延伸線加工を施すことによって製造されている。

【0003】なお、上記の製造工程のうち現在では、1次伸線加工で1.5~2.0mmの細い鋼線を得て2次伸線加工を省略する(2)の工程が主流となりつつある。

【0004】一般に、線材を鋼線に加工する際に断線が生ずると、生産性と歩留りが大きく低下してしまう。したがって、上記技術分野に属する線材は、伸線加工時に断線しないことが強く要求される。

【0005】一方、近年、種々の目的から前記の各種製品、なかでも自動車のラジアルタイヤや各種のベルト、ホースを軽量化する動きが高まってきた。製品の強度を高めればその重量を軽減することができる。更に、極細鋼線の強度を高めれば、例えば、スチールコードの本数を減らすことができて内部構造のデザイン上での制約が

0%及びMo:0.01~0.05%のうちの少なくとも1種を含み、残部はFe及び不可避不純物からなり、下記①式で表される f_{n1} の値が0.02~0.05%であることを特徴とする伸線加工性に優れた高炭素鋼線材。

少なくなる。このため、素材としての線材の強度を高めることができる鋼の成分設計が要求されている。

【0006】一般に、前記した各種製品用の極細鋼線、なかでも直径が0.35mm以下の極細鋼線には、伸線加工性を高める目的から各種不純物元素の含有量を低く抑えて高純度化した炭素鋼を基本の化学組成とする鋼が用いられてきた。すなわち、工業的な生産規模では、高炉鉄を転炉製鋼した炭素鋼を基本の化学組成とする鋼が用いられ、素材としての線材の強度を上げるために、C含有量を高めることが一般に行われてきたしかしながら、鋼のC含有量を増加させると、鋼塊の中心部にCが濃化してC含有量の絶対値が必然的に高くなる。すなわち、鋼塊中心部にCの偏析領域が生じてしまう。このため、こうした鋼塊を鋼片にして線材に圧延すると、圧延後の冷却過程で線材の中心部には網目状の初析セメンタイトやマルテンサイト相が生成するので伸線加工性が低下してしまう。

【0007】したがって、初析セメンタイトやマルテンサイト相の生成を抑制するために、圧延後の冷却速度を調整したり圧延後に直接深冷処理（所謂「直接バテンティング処理」）を施したりすることが行われている。しかし、中心偏析部のC含有量の値が過共析側に大きく入り込んだ場合には、冷却速度を調整しても初析セメンタイトの生成を完全には抑制できなくなる。更に、Cはそれ自身伸線加工時の歪み増大を誘発するため、伸線加工性が低下してしまう。

【0008】そこで、Cの含有量はあまり高めることなく、Si、Mn、Cu、CrやMoなどの元素を積極的に添加し、脆入れ性を高めることで組織を調整したり、固溶強化させたりして素材としての線材の強度を高めることが試みられている。

【0009】しかし、上記した元素の含有量が多い場合には、鋼塊加工の中間段階で行われるバテンティング処理時に、上記の元素を適切に固溶させるための処理条件（バテンティング処理条件）を変更する必要がある。更には、前記の元素の影響でパーライト変態挙動が変化し、多くの場合、パーライト変態ノーズの速度が上昇して最終変態温度が高くなったり、パーライト変態終了時間が遅延するといった問題が生じる。したがって、日常作業であるバテンティング処理の条件変更が必要となり、操業が阻害されるといった問題が顕在化する。

【0010】更に、上記の元素を多く含有させることは

(3)

特開2000-87185

経済性の点からも好ましくない。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記現状に鑑みなされたもので、その目的は、各種不純物元素の含有量を低く抑えて高純度化した鋼、例えば、高炉鉄を転炉製鋼して高純度化した鋼を用いて、スチールコードやソーイングワイヤの用途に好適な伸線加工性に優れた線材を得るとともに、前記の線材を素材とする極細鋼線を高い生産性の下に歩留り良く廉価に提供することである。なお、前記の極細鋼線としては、特に、直径が0.35mm以下で、引張強度が3000MPa以上、絞り率が30%以上の高強度極細鋼線が対象である。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は、下記

$$f_{n1} = (Cu/3) + (Ni/6) + (Cr/3) + (Mo/2) \dots \textcircled{1}$$

なお、①式中の元素記号はその元素の重量%での含有量を表す。

【0015】(2)上記(1)に記載の化学組成を有し、直径が0.35mm以下で、引張強度が3000MPa以上、絞り率が30%以上である極細鋼線。

【0016】(3)上記(1)に記載の鋼線材を冷間加工後に、最終熱処理、めっき処理及び伸線加工することと特徴とする極細鋼線の製造方法。

【0017】「線材」とは、棒状に熱間圧延された鋼で、コイル状に巻かれた鋼材を指し、所謂「バーインコイル」を含むものである。

【0018】線材を極細鋼線に加工するための「冷間加工」には、通常の欠ダイスを用いた伸線加工だけでなく、ローラダイスを用いた伸線加工、所謂「2ロール圧延機」、「3ロール圧延機」や「4ロール圧延機」を用いた冷間圧延加工を含む。

【0019】「最終熱処理」とは、最終のパテンティンク処理を指す。又、「めっき処理」は、プラスめっき、

(1)に示す伸線加工性に優れた線材、(2)に示す極細鋼線及び(3)に示す極細鋼線の製造方法にある。

【0013】(1)重量%で、C:0.70~0.95%、Si:0.1~0.5%、Mn:0.1~0.6%、P:0.01%以下、S:0.01%以下、N:0.004%以下を含むとともに、Cu:0.01~0.08%、Ni:0.01~0.08%、Cr:0.01~0.10%及びMo:0.01~0.05%のうちの少なくとも1種を含み、残部はFe及び不可避不純物からなり、下記①式で表される f_{n1} の値が0.02~0.05%であることを特徴とする伸線加工性に優れた高炭素鋼線材。

【0014】

Cuめっき、Niめっきなどのように、次の順で伸線の過程における引き抜き抵抗の低減や、スチールコード用途の場合におけるようなゴムとの密着性を高めることなどを目的に施されるものをいう。

【0020】本発明者らは、Cの含有量を抑えることができ、しかも、通常のバテンティンク処理条件下で高強度化が達成できる、伸線加工性に優れた高炭素鋼線材に関して調査・検討を重ねた。

【0021】すなわち、まず、高純度の電解鉄と合金原料を用いて、表1に示すように各種不純物元素の含有量を低く抑えて高純度化した鋼イニを真空溶解炉で溶製した。次いで、これらの高炭素鋼を通常の方法で熱間鍛造して鋼片とした後、通常の方法で直径5.5mmの線材に圧延し、圧延後の冷却速度を調整して直接バテンティンク処理した。

【0022】

【表1】

表 1

鋼	化学組成 (重量%)					特性: Feおよび不純物				
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	N
イ	0.71	0.20	0.60	0.006	0.003	-	-	-	-	0.0036
ロ	0.80	0.20	0.61	0.010	0.005	-	-	-	-	0.0036
ハ	0.82	0.20	0.60	0.010	0.005	-	-	-	-	0.0033
ニ	1.03	0.20	0.60	0.009	0.005	-	-	-	-	0.0035

【0023】こうして得られた直径5.5mmの線材を、通常の方法で酸洗・潤滑処理した後、室温で伸線加工して直径1.5mmの鋼線に加工した。次いで、これらの鋼線を950℃でオーステナイト化し、580℃に保持した鉛浴中に通じてバテンティンク処理を施し、強度(引張強度)を測定した。

【0024】この結果、バテンティンク後の鋼線の強度は、C含有量0.01重量%当たり約9MPa向上することがわかった。この関係を図1に示す。

【0025】次に、前記表1における鋼イ〜鋼ハを基本の化学組成とし、不純物元素としてのCu、Ni、Cr

及びMoの含有量を種々変化した鋼を真空溶解炉で溶製した。次いで、これらの高炭素鋼を前記した鋼イ〜ニの場合と同様に、直径5.5mmの線材に圧延して直接バテンティンク処理し、酸洗・潤滑処理、伸線加工を行って直径1.5mmの鋼線に加工し、更に、鋼イ〜ニの高純度高炭素鋼の場合と同一の条件でバテンティンク処理を行い、つまり、950℃でオーステナイト化後、580℃に保持した鉛浴中に通じてバテンティンク処理を施し、強度(引張強度)を測定した。

【0026】直径1.5mmのバテンティンク後の鋼線については、通常の方法でプラスめっきした後、直径

(4)

特開2000-87186

0.200mmまで圧延加工することを行った。この結果、次の事項が判明した。

【0027】(a) C含有量を1.03重量%まで高めた鋼は、各種不純物元素の含有量を低く抑えて高純度化した鋼であるにも拘らず、圧延伸張加工時に破断して0.200mmまで加工できなかった。これは、Cの中心偏析や歪時効を誘発することなどによる伸張加工性の低下が原因と考えられる。

【0028】(b) Cの含有量が0.71重量%、0.80重量%、0.92重量%である鋼イ、鋼ロ、鋼ハを基本の化学組成とする高炭素鋼において、不純物元素として添加したCu、Ni、Cr及びMoの含有量が微量であれば、バテンティング処理後の高強度化と良好な伸張加工性とを両立させることができる。しかも、バテンティング処理条件は、各種不純物元素の含有量を低く抑えて高純度化した高炭素鋼(鋼イ〜ハ)と同一で良い。

【0029】(c) 上記(b)の鋼イ〜ハを基本の化学組成とする高炭素鋼に、前記(b)で表されるi n 1の値で0.01%の微量のCu、Ni、Cr及びMoを含有させた場合、C含有量を0.01%増加させたのと同等の約0.1MPaの強度上昇作用が得られる。この状況を図1中に口印(鋼イを基本の化学組成とする場合)、△印(鋼ロを基本の化学組成とする場合)及び○印(鋼ハを基本の化学組成とする場合)で示す。

【0030】(d) 上記(a)〜(c)から、Cの含有量を抑えれば中心偏析が軽減されるので良好な伸張加工性が確保でき、適正量のCu、Ni、Cr及びMoを微量に含有させることで、通常のバテンティング処理条件の下での高強度化が達成できる。

【0031】本発明は、上記の知見に基づいて完成されたものである。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の要件について詳しく説明する。なお、化学成分の含有量の「%」は「重量%」を意味する。

【0033】C: Cは、鋼を高強度化するのに必須の元素で、C含有量の増加に伴いバテンティング処理後の鋼の組織中にパーライト相が占める割合が増加し、それに伴って鋼の強度が上昇する。しかし、Cの含有量が0.70%未満では、直径0.35mmに伸張加工して所望の3000MPa以上の引張強度を確保するためには高い減面率の加工が必要となり、伸張時に断線したり、鋼の延性が大きく低下して実用に達さない。一方、その含有量が0.95%を超えると、切屑セメンタイトが生じたりマルテンサイトなど低温度組織が生じる等、中心偏析が無視できなくなる。更に、歪時効も誘発する。このため伸張加工性が大きく低下してしまう。したがって、C含有量を、0.70〜0.95%とした。

【0034】Si: Siは、パーライト相中のフェライト相を強化するとともに、精錬された鋼中の酸素を脱

酸する作用を有する。しかし、その含有量が0.1%未満では添加効果に乏しく、特に、脱酸不足によって内質欠陥の原因となる。一方、Siの含有量が0.5%を超えると、SiO₂系の介在物が増加して伸張加工性が低下する。したがって、Si含有量を0.1〜0.5%とした。

【0035】Mn: Mnは、施入れ性を高めてパーライト組織を促進し、組織中にパーライト相が占める割合を高めるとともに、パーライトラメラ間隔を微細化して強度を高める作用を有する。しかし、その含有量が0.1%未満では前記の効果を得難い。一方、Mnの含有量が0.6%を超えると、高炭素鋼材においては鋼材圧延後の冷却過程やバテンティング処理で、マルテンサイトなどの低温度組織が生じるので伸張加工性が低下する。又、バテンティング時の歪弛緩時間が長くなってしまふ。更に、Mnは脱酸作用も強く、過剰に含有されると酸質な酸化物系の介在物を増加させて伸張加工性を低下させ、特に、その含有量が0.6%を超えると、酸質な酸化物系の介在物の増加が著しくなる。したがって、Mn含有量を0.1〜0.6%とした。

【0036】P: Pは、鋼材の延性と韌性を下げて、伸張加工性を低下させてしまふ。特に、その含有量が0.01%を超えると伸張加工性の低下が著しくなり、本発明が対象とする直径0.35mm以下で、引張強度が3000MPa以上、伸びが30%以上の高強度鋼材が得られない。したがって、Pの含有量を0.01%以下とした。

【0037】S: Sは、鋼材の延性と韌性を低下させ、更に、鋼中のMnと結合してMnS系の非金属介在物として存在し、伸張加工性を阻害する。特に、その含有量が0.01%を超えると伸張加工性の低下が著しくなる。したがって、Sの含有量を0.01%以下とした。

【0038】N: Nは、鋼材の組織中に過飽和に溶解し、伸張加工中に歪み時効を誘発して延性と韌性に悪影響を及ぼし、伸張加工性を低下させてしまふ。特に、その含有量が0.004%を超えると、伸張加工性の低下が著しくなる。したがって、Nの含有量を0.004%以下とした。なお、Nの含有量は0.0035%以下とすることが好ましい。

【0039】Cu、Ni、Cr、Mo: 本発明の対象とする高炭素鋼材及び低炭素鋼材は、前記した量のC、Si、Mn、P、S及びNを含む「高純度化した鋼」を基本の化学組成とし、Cの中心偏析を軽減して良好な伸張加工性を確保するとともに、通常のバテンティング処理条件の下で高強度化を達成しようとするものである。この目的のために0.01〜0.08%のCu、0.01〜0.08%のNi、0.01〜0.10%のCr及び0.02〜0.05%のMoのうちの少なくとも1種を含有させる。上記のCu、Ni、Cr及びMoはいずれ

(5)

特開2000-87188

も焼入れ性を高めてパーライト変態を促進するとともに初析セメンタイトや初析のフェライト相の生成を抑えて、強度の向上と伸縮加工性の向上に寄与する。しかし、

Cu、Ni、Cr及びMoのいずれにおいてもその含有量が0.01%未満では前記の効果が得られない。一方、Cu、Ni、Cr、Moの含有量がそれぞれ0.08%、0.08%、0.10%、0.05%を超えると、パテンティング処理の条件変更が必要となって作業が阻害される場合が生ずる。したがって、Cu、Ni、Cr、Moの含有量をそれぞれ0.01~0.08%、0.01~0.08%、0.01~0.10%、0.02~0.05%とした。なお、上記した微量のCu、Ni、Cr、Moを含有させる場合、製鋼工場で発生する低合金鋼の屑やスケールなどを鉄源の一部として活用することができる。このため、高価な合金鉄の添加を必要とせず、素材コストを低く抑えることができる。

【0040】f n 1:「高純度化した高炭素鋼」は、その組織中に初析セメンタイトや初析のフェライト相の占める割合が高いほど伸縮加工性は低下してしまう。

【0041】「高純度化した高炭素鋼」が前記のような微量のCu、Ni、Cr、Moを含有する場合、③式で表されるf n 1の値が0.02%以上であれば、パーライト変態が促進されるとともに、組織中にパーライト相が占める割合が大きくなって伸縮加工性が向上する。更に、f n 1の値で0.01%当たり引張強度が約9 MPa上昇する。しかし、f n 1の値が0.05%を超えるとパテンティング処理の条件変更が必要となって作業が阻害される。したがって、f n 1の値を0.02~0.05%とした。

【0042】上記の化学組成を有する鋼材に、次ダイスをを用いた伸縮加工、ローラダイスをを用いた伸縮加工、所謂「2ロール圧延機」、「3ロール圧延機」や「4ロール圧延機」を用いた冷間圧延加工など通常の冷間加工を施した後、通常の方法で、最終熱処理(パテンティング処理)及び、ブラسمめっき、Cuめっき、Niめっきなど、次の温式伸縮の過程における引き抜き抵抗の低減

や、ゴムとの密着性の向上などを目的とするめっき処理を施し、更に温式伸縮を行うことで本発明に係る極細鋼線が製造される。

【0043】こうして得られた極細鋼線は、この後所定の最終製品へと加工される。例えば、極細鋼線を更に繰り加工で複数本捻り合わせて総鋼線とすることでスチールコードが成形される。

【0044】鋼線の強度を高めて最終製品の重量を軽減したいという産業界の要請に応えるため、本発明に係る極細鋼線はその直径を0.35mm以下とし、引張強度を3000MPa以上とする。直径が0.35mmを超えると製品重量が大きくなってしまう。一方、引張強度が3000MPaを下回ると、直径が0.35mm以下の場合には、最終製品に所望の強度を付与できないことがある。なお、極細鋼線の捻りが30%未満の場合には、例えば、極細鋼線とするためにその鋼線を複数本捻り合わせて捻り加工すれば断線を生じてしまう。

【0045】したがって、本発明の極細鋼線は、その直径を0.35mm以下、引張強度を3000MPa以上、捻りを30%以上とした。

【0046】なお、極細鋼線の直径の下限值と引張強度の上限値は特に規定されるものではない。最終製品の軽量化を果たすためには、極細鋼線の直径は小さければ小さいほど良く、一方引張強度は高ければ高いほど良い。

【0047】又、最終製品への加工を容易にするために、極細鋼線の捻り値も大きければ大きいほど良い。

【0048】以下、実施例により本発明を詳しく説明する。

【0049】

【実施例】(実施例1)表2に示す化学組成を有する鋼1~33を真空炉を用いて溶製した。なお、表2における鋼1~20は化学組成が本発明で規定する含有量の範囲内にある本発明例である。一方、鋼21~33は成分のいずれかが本発明で規定する含有量の範囲から外れた比較例である。

【0050】

【表2】

(5)

特開2000-87186

表 2

No.	化学組成 (重量%)										成分: Feおよび不純物		
	C	Si	Mn	P	S	Ca	Ni	Cr	Mo	B	Fe	g	1st
1	0.70	0.20	0.55	0.008	0.005	0.02	0.02	0.01	0.02	0.0030	0.023		
2	0.71	0.40	0.53	0.008	0.007	0.01	0.01	0.10	0.01	0.0030	0.042		
3	0.81	0.20	0.12	0.003	0.007	0.03	0.02	0.01	0.01	0.0030	0.022		
4	0.80	0.15	0.09	0.007	0.010	0.02	0.01	0.01	0.02	0.0035	0.023		
5	0.85	0.19	0.41	0.007	0.005	0.01	0.02	0.01	0.02	0.0037	0.020		
6	0.90	0.20	0.50	0.008	0.008	0.01	0.03	0.02	0.01	0.0035	0.030		
7	0.98	0.20	0.56	0.008	0.007	0.01	0.01	0.03	0.01	0.0038	0.030		
8	0.92	0.19	0.50	0.008	0.007	0.02	0.01	0.04	0.02	0.0035	0.032		
9	0.92	0.20	0.58	0.007	0.010	0.01	0.01	0.01	0.02	0.0038	0.023		
10	0.85	0.28	0.40	0.008	0.008	0.01	0.01	0.02	0.02	0.0038	0.022		
11	0.87	0.28	0.38	0.008	0.008	0.01	0.00	0.01	0.01	0.0038	0.025		
12	0.87	0.20	0.51	0.008	0.007	0.01	0.01	0.03	0.01	0.0037	0.020		
13	0.87	0.10	0.39	0.008	0.008	0.01	0.03	0.02	0.05	0.0035	0.042		
14	0.87	0.20	0.51	0.009	0.008	0.00	0.01	0.02	0.01	0.0038	0.042		
15	0.80	0.11	0.50	0.008	0.008	0.03	0.01	0.01	0.01	0.0036	0.030		
16	0.83	0.21	0.51	0.010	0.007	0.02	0.02	0.02	0.01	0.0038	0.020		
17	0.85	0.20	0.45	0.008	0.008	0.01	0.02	0.01	0.02	0.0039	0.030		
18	0.85	0.19	0.41	0.008	0.007	0.06	0.01	0.03	0.01	0.0038	0.035		
19	0.85	0.20	0.51	0.008	0.005	0.01	0.05	0.02	0.03	0.0039	0.033		
20	0.85	0.19	0.49	0.008	0.005	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0038	0.050		
21	0.80	0.20	0.35	0.008	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0038	0.013		
22	0.80	0.20	0.35	0.008	0.007	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0035	0.013		
23	0.85	0.22	0.35	0.008	0.008	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0038	0.013		
24	0.70	0.20	0.09	0.009	0.009	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0038	0.013		
25	0.80	0.20	0.50	0.012	0.010	0.01	0.04	0.01	0.01	0.0038	0.013		
26	0.80	0.21	0.50	0.010	0.012	0.01	0.04	0.01	0.04	0.0038	0.013		
27	0.84	0.52	0.45	0.009	0.010	0.01	0.04	0.01	0.04	0.0038	0.013		
28	0.70	0.08	0.39	0.010	0.008	0.01	0.01	0.01	0.04	0.0038	0.013		
29	0.84	0.20	0.40	0.010	0.008	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0045	0.013		
30	0.80	0.25	0.25	0.008	0.008	0.02	0.01	0.03	0.01	0.0035	0.023		
31	0.80	0.17	0.50	0.010	0.010	0.03	0.02	0.03	0.02	0.0037	0.030		
32	0.70	0.17	0.09	0.009	0.008	0.01	0.02	0.01	0.02	0.0038	0.030		
33	0.85	0.20	0.03	0.008	0.008	0.02	0.01	0.03	0.01	0.0038	0.040		

$$f_{n1} = (Cu/3) + (Ni/8) + (Cr/3) + (Mo/2)$$

*印は本発明で規定する範囲から外れていることを示す。

【0051】これらの鋼を通常の方法で熱間鍛造して鋼片とした後、通常の方法で直径5.5mmの鋼材に熱間圧延し、圧延後の冷却速度を調整して直接バテンティング処理した。次いで、通常の方法で酸洗してデスケーリングし、潤滑処理としてリン酸亜鉛被膜処理を行い、室温で連続伸張機によって直径1.5mmまで伸張加工した。

【0052】こうして得られた直径1.5mmの鋼線を950℃でオーステナイト化し、580℃に保持した鉛浴中に通熱してバテンティング処理し、機械的性質を調査した。

【0053】又、上記のバテンティング処理した鋼線を通常の方法でプラスめっきした後、23個の大ダイスを有する湿式伸張機を用いて直径0.200mmまで伸張加工し、機械的性質を調査した。

【0054】表3に、バテンティング処理した直径1.

5mmの鋼線と直径0.200mmに湿式伸張加工した鋼線の機械的性質を示す。なお、鋼21～33を母材とするものはいずれも湿式伸張加工の途中で断線を生じ、直径0.200mmまでサイズダウンできなかった。このため、断線を生じた線径(直径)の1つ前の線径の機械的性質を示した。

【0055】なお、本実施例における評価の視点は、先ず第一に直径0.200mmまで湿式伸張加工できることにおき、次に、その直径0.200mmのサイズで3000MPa以上の引張強度と30%以上の絞り値を有していることを目標とした。鋼線が30%以上の絞り値を有しておれば、給鋼機とするためにその鋼線を複数本巻き合わせて総加工しても、通常は断線を生ずることがない。

【0056】

【表3】

(7)

特開2000-87186

表 3

例	1.5mmパテイング鋼線		伸線処理の組織と機械的性質		
	引張強度 (MPa)	絞り率 (%)	直径 (mm)	引張強度 (MPa)	絞り率 (%)
1	1173	58	0.200	3400	30
2	1197	55	0.200	3424	32
3	1208	53	0.200	3439	35
4	1267	52	0.200	3494	32
5	1282	50	0.200	3509	32
6	1339	50	0.200	3595	36
7	1276	54	0.200	3503	33
8	1279	53	0.200	3506	33
9	1272	55	0.200	3498	35
10	1277	54	0.200	3504	32
11	1317	52	0.200	3673	36
12	1314	53	0.200	3670	36
13	1326	55	0.200	3681	36
14	1332	53	0.200	3686	35
15	1330	50	0.200	3690	33
16	1388	45	0.200	3924	32
17	1376	41	0.200	3939	30
18	1381	45	0.200	3937	33
19	1398	43	0.200	3952	35
20	1408	45	0.200	3954	34
21	1112	55	0.272	2803	27
22	1371	35	0.358	2744	22
23	1398	35	0.358	2921	27
24	1097	53	0.358	2458	27
25	1324	42	0.208	3504	23
26	1324	42	0.208	3515	21
27	1351	39	0.223	3593	23
28	1128	55	0.293	2969	25
29	1354	42	0.208	3545	25
30	1121	54	0.272	2912	26
31	1400	28	0.389	2802	20
32	1103	55	0.272	2894	25
33	1430	30	0.358	2942	20

*印は本発明で規定する範囲から外れていることを示す。

**印は目標値に未達であることを示す。

【0057】表3から、本発明例の鋼1～20はすべて、直径0.200mmまで伸線加工でき、しかも引張強度は3000MPa以上の高強度で、絞り率も30%以上が得られており、線加工に対して耐え得る性状を有していることが明らかである。

【0058】鋼1は、化学組成が本発明で規定する含有量の下限に近いものであるが、直径0.200mmまで伸線加工できており、しかも3400MPaという高い引張強度が得られている。

【0059】鋼17～20は、本発明で規定する上限の量のCを含有する鋼であるが、鋼22と対比すると高い伸線加工性を有しており、高強度で高延性の直径0.200mmの極細鋼線が得られている。

【0060】特に、鋼19と鋼20の直径0.200mmに仕上げた鋼線の絞り率は高く、更に伸線加工できる性状であり、引張強度で4000MPa以上の超高強度の鋼線が得られることを示唆している。

【0061】これに対して、比較例の鋼の場合には伸線加工性が低く、絞り率が目標の30%に達していない。更に、引張強度が目標の3000MPaに達していないものもある。

【0062】比較例の鋼のうち鋼21～29は、f.n.1の値が本発明で規定する値を下回るとともに、成分のいずれかが本発明で規定する含有量の範囲から外れたものである。

【0063】鋼21は、C含有量が本発明で規定する値を下回るため、伸線加工性が低く、直径0.200mmまで伸線加工することができなかった。直径0.272mmの鋼線の引張強度は3000MPaに達しておらず、その絞り率は27%と低い。

【0064】鋼22は、C含有量が本発明で規定する値を上回ってパテニング処理した鋼線に切析セメントが生成するため、伸線加工の途中で断線が多発して直径0.200mmまで伸線加工することができなかった。

(6)

特開 2000-87188

た。なお、この鋼の場合には直径0.35mmに達する前に断線した。

【0065】鋼23は、Mn含有量が本発明で規定する値を上回るのでパテンティング処理した鋼線を中心断線部に軽微なマルテンサイト相が生成し、このため、伸線加工の途中で断線が多発して、直径0.200mmまで伸線加工することができなかった。なお、この鋼の場合も直径0.35mmに達する前に断線した。

【0066】鋼24は、Mn含有量が本発明で規定する値を下回るために組織中に初析のフェライト相が多いため伸線加工性が低く、直径0.200mmまで加工することができなかった。なお、この鋼の場合も直径0.35mmに達する前に断線を生じた。

【0067】鋼25は、P含有量が本発明で規定する値を上回るため伸線加工性が低く、直径0.200mmまで伸線加工することができなかった。直径0.208mmの鋼線の絞り値は23%と低い。

【0068】鋼26は、S含有量が本発明で規定する値を上回るため伸線加工性が低く、直径0.200mmまで伸線加工することができなかった。直径0.208mmの鋼線の絞り値は21%と低い。

【0069】鋼27は、Si含有量が本発明で規定する値を上回るため0.200mmのダイスで断線が多発し、直径0.200mmまで伸線加工することができなかった。断線した鋼線の断面を観察したところ、SiO₂系の非金属介在物が高い頻度で観察された。直径0.228mmの鋼線の絞り値は28%と低い。

【0070】鋼28は、S含有量が本発明で規定する値を下回るため伸線加工の途中で断線が多発して直径0.200mmまで伸線加工することができなかった。ミクロ組織を観察した結果、MnO、FeO系の非金属介在物が多く認められ、脱酸不足であった。直径0.298mmの鋼線の引張強度は3000MPaに達しておらず、その絞り値は25%と低い。

【0071】鋼29は、N含有量が本発明で規定する値

を上回るため伸線加工性が低く、直径0.200mmまで伸線加工することができなかった。直径0.208mmの鋼線の絞り値は25%と低い。

【0072】比較例の鋼のうち鋼30～33は、f_{n1}の値は本発明で規定する値を満足するものの、成分のいずれかが本発明で規定する含有量の範囲から外れたものである。

【0073】鋼30は、C含有量が本発明で規定する値を下回るため、鋼21と同様伸線加工性が低く、直径0.200mmまで伸線加工することができなかった。直径0.272mmの鋼線の引張強度は3000MPaに達しておらず、その絞り値は26%と低い。

【0074】鋼31は、C含有量が本発明で規定する値を上回るためマルテンサイトが生成して伸線加工性が低く、直径0.200mmまで伸線加工することができなかった。なお、この鋼の場合には直径0.35mmに達する前に断線した。

【0075】鋼32は、Mn含有量が本発明で規定する値を下回るため、鋼24と同様伸線加工性が低く、直径0.200mmまで伸線加工することができなかった。直径0.272mmの鋼線の引張強度は3000MPaに達しておらず、その絞り値は25%と低い。

【0076】鋼33は、Mn含有量が本発明で規定する値を上回るため、マルテンサイトが生成して伸線加工性が低く、直径0.200mmまで伸線加工することができなかった。なお、この鋼の場合も直径0.35mmに達する前に断線した。

【0077】(実施例2)表4に示す化学組成を有する鋼A及び鋼Bを真空炉を用いて溶製した。なお、表4における鋼Aは化学組成が本発明で規定する含有量の範囲内にある本発明例である。一方、鋼Bはf_{n1}の値が本発明で規定する値を下回る比較例である。

【0078】

【表4】

表 4

鋼	化学組成 (重量%)										f _{n1}
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	N	
A	0.25	0.20	0.52	0.007	0.008	0.08	0.02	0.08	0.02	0.0035	0.050
B	0.25	0.20	0.51	0.010	0.008	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0038	0.013

$$f_{n1} = (Cu/3) + (Ni/8) + (Cr/3) + (Mo/2)$$

*印は本発明で規定する範囲から外れていることを示す。

【0079】これらの鋼を通常の方法で熱間鍛造して鋼片とした後、通常の方法で直径5.5mmの線材に熱間圧延し、圧延後の冷却速度を調整して直接パテンティング処理した。次いで、通常の方法で酸洗してデスケールングし、潤滑処理としてリン酸亜鉛被覆処理を行い、室温で連続伸線によって直径1.5mmまで伸線加工した。

【0080】こうして得られた直径1.5mmの鋼線を950℃でオーステナイト化し、580℃に保持した鉛

浴中に通線してパテンティング処理し、機械的性質を調査した。

【0081】又、上記のパテンティング処理した鋼線を通常の方法でプラスめっきした後、16個の穴ダイスを有する型式伸線機を用いて、つまり、型式伸線加工時のパス数を減らして各パス当たりの減面率を大きくし、厳しい加工条件で直径0.200mmまで伸線加工し、機械的性質を調査した。

【0082】表5に、パテンティング処理した直径1.

(9)

特開2000-87186

5 mmの鋼線と直径0.200 mmに湿式伸線加工した鋼線の機械的性質を示す。又、図2に直径1.5 mmから直径0.200 mmに湿式伸線加工した場合の機械的性質の変化の様子を示す。なお、図2における真歪(ϵ)、は鋼材の直径(d_0)と伸線後の鋼線の直径(d)を用いて下記の②式で表されるものである。

$$[\text{0083}] \quad \epsilon = 2 \log(d_0/d) \cdots \textcircled{2}$$

$$[\text{0084}]$$

【表5】

表 5

鋼	1.5mm径鋼線		0.200mm伸線後の鋼線	
	引張強度 (MPa)	絞り値 (%)	引張強度 (MPa)	絞り値 (%)
A	1298	50	3450	33
B	1266	47	3380	21

※印は本発明に本適用であることを示す。

【0085】表4から、直径1.5 mmのパテンティンク処理した鋼線の強度は、鋼Aが鋼Bに比べて①式で表

される f_{n1} の値の増加分が高いことがわかる。

【0086】又、鋼Aは直径0.200 mmの鋼線と3540 MPaの引張強度を有し、絞り値も33%の高い値が得られている。

【0087】これに対して、鋼Bの場合には図2から明らかなように、最終の直径0.200 mmの位置(図2の真歪4.0の位置)での引張強度が、一つのダイスで伸線加工した場合の引張強度より低く、絞り値も20%まで低下している。

【0088】(実施例3)表6に示す化学組成を有する鋼C～Oを高炉鉄を転炉脱炭して70トン溶融した。なお、表6における鋼C～Gは化学組成が本発明で規定する含有量の範囲内にある本発明例である。一方、鋼H～Oは成分のいずれかが本発明で規定する含有量の範囲から外れた比較例である。

【0089】

【表6】

表 6

鋼	化 学 組 成 (重量%)										鉄部: Feおよび不純物	
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	N	Fe	f _{n1}
C	0.70	0.20	0.60	0.005	0.005	0.01	0.02	0.02	0.02	0.0025	0.025	0.025
D	0.94	0.20	0.40	0.007	0.005	0.05	0.02	0.05	0.01	0.0025	0.045	0.045
E	0.71	0.19	0.50	0.008	0.008	0.01	0.01	0.06	0.01	0.0030	0.040	0.040
F	0.95	0.19	0.18	0.008	0.008	0.01	0.02	0.01	0.04	0.0035	0.030	0.030
G	0.98	0.20	0.40	0.005	0.005	0.02	0.04	0.05	0.02	0.0025	0.050	0.050
H	0.70	0.20	0.20	0.005	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0035	0.015	0.015
I	0.95	0.20	0.05	0.008	0.005	0.05	0.02	0.05	0.05	0.0035	0.035	0.035
J	0.71	0.18	0.35	0.008	0.007	0.01	0.01	0.03	0.01	0.0030	0.020	0.020
K	0.91	0.51	0.44	0.007	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0025	0.013	0.013
L	0.95	0.11	0.03	0.008	0.005	0.03	0.03	0.05	0.02	0.0030	0.042	0.042
M	0.94	0.20	0.08	0.005	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0044	0.013	0.013
N	0.81	0.20	0.39	0.003	0.009	0.03	0.03	0.01	0.01	0.0035	0.023	0.023
O	0.90	0.20	0.20	0.005	0.012	0.01	0.01	0.01	0.02	0.0035	0.015	0.015

$$f_{n1} = (Cu/8) + (Ni/8) + (Cr/3) + (Mo/2)$$

※印は本発明で規定する範囲から外れていることを示す。

【0090】これらの鋼を通常の方法で分塊圧延して鋼片とした後、通常の方法で直径5.5 mmの鋼材に熱間圧延し、圧延後の冷却速度を調整して直接パテンティンク処理した。次いで、通常の方法で酸洗してデスケールし、調質処理としてリン酸亜鉛被膜処理を行い、高圧で連続伸線機によって直径1.5 mmまで伸線加工した。

【0091】こうして得られた直径1.5 mmの鋼線を950℃でオーステナイト化し、580℃に保持した油浴中に過熱してパテンティンク処理し、機械的性質を調査した。

【0092】又、上記のパテンティンク処理した鋼線を通常の方法でプラスめっきした後、16個の次ダイスを有する湿式伸線機を用いて、つまり、湿式伸線加工時のパス数を減らして各パス当たりの減面率を大きく、厳しい加工条件で直径0.200 mmまで伸線加工し、機械

的性質を調査した。

【0093】表7に、パテンティンク処理した直径1.5 mmの鋼線と直径0.200 mmに湿式伸線加工した鋼線の機械的性質を示す。なお、鋼H～Oを母材とするものは、湿式伸線加工の途中で断線を生じ直径0.200 mmまでサイズダウンできなかった。このため、断線を生じた鋼径(直径)の1つ前の鋼径の機械的性質を示した。

【0094】本実施例における評価の視点も実施例1におけると同様に、第一に直径0.200 mmまで湿式伸線加工できることにおき、次に、その直径0.200 mmのサイズで3000 MPa以上の引張強度と30%以上の絞り値を有していることを目標とした。

【0095】

【表7】

(10)

特開2000-87186

表 7

鋼	1.5mm径パイプ鋼板		伸張試験の値と機械的性質		
	引張強度 (MPa)	伸び (%)	直径 (mm)	引張強度 (MPa)	伸び (%)
C	1179	58	0.200	3408	26
D	1378	54	0.200	3934	31
E	1203	56	0.200	3430	38
F	1345	52	0.200	3901	33
G	1351	52	0.200	3907	33
*H	1128	58	**0.278	**2913	**25
*I	1450	29	**0.343	**3037	**22
*J	1150	59	**0.297	**2800	**20
*K	1533	53	**0.236	**3603	**28
*L	1429	30	**0.470	**2510	**20
*M	1353	50	**0.343	**2970	**28
*N	1321	48	**0.236	**3591	**20
*O	1320	51	**0.236	**3590	**20

*印は本発明で測定する範囲から外れていることを示す。

**印は目標値に未達であることを示す。

【0096】表7から、本発明の鋼C～Gはすべて、直径0.200mmまで伸張加工でき、しかも引張強度は3000MPa以上の高強度で、伸び値も30%以上が得られており、繰り加工に対して耐え得る性状を有していることが明らかである。

【0097】これに対して、比較例の鋼の場合には伸張加工性が低く、しかも、引張強度、伸び値の少なくとも1つが目標に達していない。

【0098】

【発明の効果】本発明の鋼材は伸張加工性に優れるので、この鋼材を素材として高強度のステールコードやソーイングワイヤなどを高い生産性の下に歩留り良く提供することができる。なお、本発明の鋼材と鋼材の母材鋼

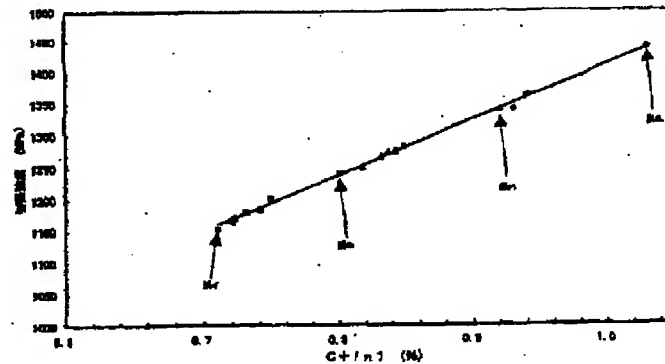
は微量のCu、Ni、Cr、Moを含んでいるが、その含有量の範囲は製鋼工場内で発生する低合金鋼の屑やスケールなどを鉄源の一部として活用することができるものである。このため、省資源化が可能であるし、資源のリサイクルという面で地球環境にも優しいものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】真空溶融炉で溶製した各種の高炭素鋼を鋼材圧延、酸洗・潤滑処理、パテンティング処理した場合の引張強度と(C+1n1)の関係を示す図である。

【図2】実施例2においてパテンティング処理した直径1.5mmの鋼線を、直径0.200mmに繰式伸張加工した場合の機械的性質の変化の様子を示す図である。

【図1】



(11)

特開2000-87186

【図2】

